

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 3月12日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-066256

[ST.10/C]:

[JP 2003-066256]

出 願 人

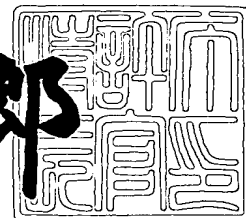
Applicant(s):

三菱電機株式会社

2003年 4月11日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3025333

【書類名】 特許願

【整理番号】 543152JP01

【提出日】 平成15年 3月12日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/607

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

 【氏名】 沖田 孝典

【特許出願人】

 【識別番号】 000006013

 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

 【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100062144

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 青山 蓀

【選任した代理人】

 【識別番号】 100086405

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 河宮 治

【選任した代理人】

 【識別番号】 100101454

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 山田 卓二

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 013262

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 超音波接合装置および方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のリードを有するリードフレームを載置するためのヒータプレートと、

リードフレームの一つまたはそれ以上のリードをヒータプレートに対し押圧するための押さえ部材と、

リードフレーム上にマウントされた半導体チップの電極にワイヤを接触させた状態で該接触位置に超音波エネルギーを印加し、これにより上記電極とワイヤを接合するとともに、リードにワイヤを接触させた状態で該接触位置に超音波エネルギーを印加し、これにより上記リードとワイヤを接合するためのボンディングツールとを備えた超音波接合装置において、

上記押さえ部材のリード押さえ面の表面粗さは、ヒータプレートのリード載置面の表面粗さより大きく設定されていることを特徴とする超音波接合装置。

【請求項 2】 上記押さえ部材のリード押さえ面の表面粗さは、十点平均粗さ R_z が約 $10\ \mu\text{m}$ 以上で約 $50\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 の超音波接合装置。

【請求項 3】 上記ヒータプレートのリード載置面の表面粗さは、十点平均粗さ R_z が約 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上で約 $1.5\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 2 の超音波接合装置。

【請求項 4】 第 1 のリードとワイヤを接合する際に、第 2 のリードと電極間を接続したワイヤの振動を検出する検出手段をさらに備え、

上記検出手段が第 2 のリードの振動異常を検出すると、第 1 のリードとワイヤとの接合動作を停止することを特徴とする請求項 1 の超音波接合装置。

【請求項 5】 上記押さえ部材のリード押さえ面および／またはヒータプレートのリード載置面に対し、光を照射し、その反射光の強度を検出するセンサを備えることを特徴とする請求項 1 の超音波接合装置。

【請求項 6】 複数のリードを有するリードフレームをヒータプレートに載置する工程と、

リードフレームの一つまたはそれ以上のリードを、押さえ部材を介してヒータプレートに押圧する工程と、

リードフレーム上にマウントされた半導体チップの電極にワイヤを接触させた状態で、該接触位置に超音波エネルギーを印加することで、上記電極とワイヤを接合する工程と、

リードにワイヤを接触させた状態で、該接触位置に超音波エネルギーを印加することで、上記リードとワイヤを接合する工程とを含み、

上記押さえ部材のリード押さえ面の表面粗さは、ヒータプレートのリード載置面の表面粗さより大きく設定されていることを特徴とする超音波接合方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は一般に、超音波を用いて2つの部材間を接合する装置および方法に関する。本発明は特に、半導体デバイスを製造する工程において、超音波を用いてワイヤボンディングを行う装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、複数のリードと半導体チップの複数の電極間をワイヤで接続した構造を有する半導体デバイスが知られている。リードおよび半導体チップの電極（以下、被接合物ともいう。）へのワイヤ接合は、一般的に、ワイヤと被接合物とを接触させた状態で、ワイヤボンディング装置を用いてワイヤに超音波を印加することで行われる（例えば、特許文献1参照。）。この装置は、例えばワイヤを挿通させたキャピラリを備え、このキャピラリをボンディング位置に移動させてワイヤを被接合物に押し付け、この状態でキャピラリを超音波振動させることで接合を行う。超音波エネルギーをボンディング位置に効率よく伝えるために、超音波印加は、リードのボンディング位置近傍をリード受け部材とリード押さえ部材で上下をクランプした状態で行われる。キャピラリ先端はリードの面方向に沿って振動するが、リードとリード受け／押さえ部材との間の滑りを防止するために、リード受け部材および／または押さえ部材に滑り止め加工や粗面化処理がされてい

る。

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】

特開平 3 - 1 1 6 9 6 3 号公報

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、これらの従来構成に対し改良された構成を有する超音波接合装置および方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明に係る超音波接合装置の第 1 の態様は、複数のリードを有するリードフレームを載置するためのヒータプレートと、リードフレームの一つまたはそれ以上のリードをヒータプレートに対し押圧するための押さえ部材と、

リードフレーム上にマウントされた半導体チップの電極にワイヤを接触させた状態で該接触位置に超音波エネルギーを印加し、これにより上記電極とワイヤを接合するとともに、リードにワイヤを接触させた状態で該接触位置に超音波エネルギーを印加し、これにより上記リードとワイヤを接合するためのボンディングツールとを備えた超音波接合装置において、

上記押さえ部材のリード押さえ面の表面粗さは、ヒータプレートのリード載置面の表面粗さより大きく設定されていることを特徴とする。

【 0 0 0 6 】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明に係る実施の形態を説明する。

【 0 0 0 7 】

実施の形態 1.

図 1, 2 は、本発明に係る超音波接合装置の実施の形態 1 であるワイヤボンディング装置を示す。この装置 2 は、超音波接合とともに熱圧着を利用して、リードフレームにマウントした半導体チップの複数の電極とリードフレームの複数の

リードとをワイヤで接続するためのもので、リードフレーム3を載置するヒータプレート4と、超音波振動を発生させる超音波発振器（図示せず）を内蔵するボンディングヘッド6と、該ヘッド6から所定の方向に延伸したホーン8と、ホーン8先端に支持されホーン8と直交する方向に延伸したキャピラリ10とを備える。ヒータプレート4は、例えばSUSなどの金属材料から構成されている。図示は省略するが、ホーン8の後端には、圧電素子から構成した振動子が固着され、超音波発振器は、該振動子に対し所定の周波数の電圧を印加することで、振動子を発振させる。キャピラリ10にはワイヤ11（例えば金線）が挿通されている。以下の説明では、ホーン8の延伸方向をX方向、キャピラリ10の延伸方向をZ方向とする。

【0008】

ボンディングヘッド6はXYテーブル12上に設置されており、XYテーブル12を駆動することで、ホーン8先端に連結したキャピラリ10は、リードフレーム3に相対的にX方向およびY方向に移動する。また、ホーン8は、図示しないZ方向駆動機構により、ボンディングヘッド6に相対的にZ方向に沿って上下動可能となっている。ボンディングヘッド6の超音波発振器を駆動させると、ホーン8はX方向に振動し、これによりキャピラリ10先端がX方向に振動する。

【0009】

図示は省略するが、ワイヤボンディング装置2は、トーチ電極を備える。このトーチ電極は、図示しない駆動機構により、キャピラリ10の直下に移動可能となっている。後述するように、第1のボンディング（電極とワイヤの接合）時に、キャピラリ10から突出したワイヤ11の先端とトーチ電極との間に高電圧を印加することで放電を発生させることで、ワイヤ11の先端を溶融して、該先端にボール（図示せず）を形成する。

【0010】

図の例では、リードフレーム3は、半導体チップ14がダイボンドされたダイパッド16が周囲のリード18部分より一段低く凹まされた形状を有しており、この形状に対応させて、ヒータプレート4のリードフレーム載置面20が形成されている。すなわち、載置面20は、ダイパッド16を支持する第1の載置面2

0 a とリード 1 8 を支持する第 2 の載置面 2 0 b とからなる。第 1 および第 2 の載置面 2 0 a, 2 0 b はそれぞれ、略 X Y 平面上に延在する。本実施形態では、後述するように、第 2 の載置面 2 0 b が表面加工され、その表面粗さが所定の範囲に設定されている。

【 0 0 1 1 】

図 1 に示すように、リード 1 8 は、ダイパッド 1 6 を四方から囲むように複数形成されている。リード 1 8 の上面は、ワイヤボンディング時に、矩形棒状のリード押さえ面 2 2 a を有するリード押さえ部材 2 2 で押さえられる（図の見やすさのため、図 1 では、リード押さえ部材 2 2 は、押さえ面 2 2 a についてのみ図示する。）。このとき、リード押さえ部材 2 2 は、図示しない加圧手段により、ヒータプレート 4 側に押し付けられる。本実施形態では、リード押さえ面 2 2 a は、その表面粗さがヒータプレート 4 の第 2 の載置面 2 0 b の表面粗さよりも大きくなるように表面加工されている。リード押さえ部材 2 2 は、少なくともリード押さえ面 2 2 a およびその近傍が、S U S などの金属材料から構成されている。

【 0 0 1 2 】

なお、半導体チップやボンディングワイヤ等の部品は、ワイヤボンディング工程後に、樹脂封止されるが、リードフレームのリード 1 8 間に形成されたタイバー 2 4 は、樹脂封止時に樹脂がリードフレーム 3 の周囲に流出するのを食い止めるためのものである。

【 0 0 1 3 】

リード押さえ面 2 2 a および第 2 の載置面 2 0 b の表面加工方法は、本発明を限定するものではなく、例えば、ショットブラスト、サンドブラスト、エアーブラストなどが例示できる。代わりに、超音波の振動方向（キャピラリ 1 0 の振動方向）と略直交する方向に沿って多数の溝を形成するように、リード押さえ面 2 2 a および／または第 2 の載置面 2 0 b を加工してもよい。例えば、図 3 は、押さえ面 2 2 a にそのような加工を施した例を示すものであり、図 3（b）は、押さえ面 2 2 a が、振動方向に直交する方向（紙面表裏方向）に延伸した断面三角形形状の突起 2 6 を複数有する場合であり、図 3（c）は、押さえ面 2 2 a が、振動

方向に直交する方向（紙面表裏方向）に延伸した断面矩形状の突起 2 8 を複数有する場合である。なお、リード押さえ面 2 2 a および／または第 2 の載置面 2 0 b に上記のような表面加工を施した後に、窒化処理を行って加工面の硬度を上げることで、加工面の磨耗を抑制し、リード押さえ部材 2 2 および／またはヒータプレート 4 の寿命を延ばすようにしてもよい。

【 0 0 1 4 】

次に、図 1，2 とともに図 4 を参照して、かかる構成を備えたワイヤボンディング装置 2 のワイヤボンディング動作を説明する。まず、ヒータプレート 4 上にリードフレーム 3 を載置し、リード押さえ部材 2 2 を、リード 1 8 の所定位置に押さえ面 2 2 a がくるようにリードフレーム 3 上に配置する。次に、リード押さえ部材 2 2 を所定の荷重でヒータプレート 4 側に押し付けて、リード 1 8 を押さえ部材 2 2 とヒータプレート 4 でクランプさせる。続いて、ヒータプレート 4 の表面を所定の温度に加熱する。

【 0 0 1 5 】

他方、不図示のトーチ電極と、キャピラリ 1 0 の先端から突出したワイヤ 1 1 との間で放電を発生させ、ワイヤ先端にボール 1 1 a を形成する〔図 4（a）参照〕。その後、XY テーブル 1 2 を駆動して、ホーン 8 の先端に保持したキャピラリ 1 0 を第 1 ボンディング位置である半導体チップ 1 4 の電極 1 4 a の上方まで移動させる〔図 4（a）〕。そして、不図示の Z 方向駆動機構を駆動して、キャピラリ 1 0 を下降させ、ボール 1 1 a を電極に所定の荷重で押し付ける〔図 4（b）〕。同時に、超音波発振器を駆動してキャピラリ 1 0 の先端を超音波振動させる。ワイヤ 1 1 のボール 1 1 a は、ヒータプレート 4 の加熱とキャピラリ 1 0 からの負荷荷重による熱圧着により、半導体チップ 1 4 の電極に溶着する。ワイヤの溶着は、印加される超音波エネルギーにより促進される。このようにして、ワイヤ 1 1 は、半導体チップ 1 4 a の電極に接続される。

【 0 0 1 6 】

その後、ワイヤ 1 1 をキャピラリ 1 0 から導出させながら、キャピラリ 1 0 を所定の高さまで上昇させた後、第 2 ボンディング位置であるリード 1 8 側に移動させつつキャピラリ 1 0 を下降させて、所定形状のワイヤループを形成する。そ

して、ワイヤ 1 1 をリード 1 8 に所定の荷重で押し付ける [図 4 (c)]。同時に、超音波発振器を駆動して、キャピラリ 1 0 の先端を超音波振動させる。ワイヤ 1 1 は、超音波印加および熱圧着により、リード 1 8 に溶着し接続される。

【 0 0 1 7 】

本実施形態では、フレーム押さえ部材 2 2 のフレーム押さえ面 2 2 a およびヒータプレート 4 の第 2 の載置面 2 0 b を粗くしてあるので、その結果、フレーム押さえ部材 2 2 / ヒータプレート 4 とリード 1 8 との間の最大静止摩擦力を向上させることができ、これにより、第 2 のボンディング (ワイヤとリードの接合) 時に、リード 1 8 がリード押さえ部材 2 2 / ヒータプレート 4 に対し滑るのを防止・抑制できる。これは、あるリードにワイヤを接合するための超音波エネルギーを印加することにより、タイバー 2 4 等を介して既にワイヤの張られているリードが共振し、その結果ワイヤが断線する不具合を防止できる。本実施形態ではまた、ヒータプレート 4 の第 2 の載置面 2 0 b の表面粗さを、フレーム押さえ部材 2 2 のフレーム押さえ面 2 2 a の表面粗さよりも小さくしてある。このため、ヒータプレート 4 からリードフレーム 3 に熱圧着のための熱が十分に伝達することができる。このように、本実施形態によれば、ヒータプレート 4 からリードフレーム 3 への熱伝導性を確保しつつ、リード押さえ部材 2 2 によるリード押さえ効果を向上させることができる。

【 0 0 1 8 】

(実験)

本発明者らは、以下に示す条件で、本実施形態に係るワイヤボンディング装置に第 2 のボンディングを行わせた。

【 0 0 1 9 】

リード押さえ面 2 2 a の表面粗さ：十点平均粗さ $R_z = 1.5 \mu m$ 、 $10 \mu m$ 、 $30 \mu m$

第 2 の載置面 2 0 b の表面粗さ：十点平均粗さ $R_z = 1.5 \mu m$

リード押さえ部材 2 2 の各リード 1 8 に接触する幅： $1.0 mm$

リード押さえ部材 2 2 のヒータプレート 4 への押圧力：(半導体チップ 1 4 当たり) $20 N$ 程度

リード18：幅が0.1～0.2mmで、（半導体チップ14当たり）50本
ヒータプレート4の表面温度：100～300℃

超音波発振器の発振周波数：約60kHz

キャピラリ10のリード18への押圧力：100～2000mN

キャピラリ10先端の振幅：0.1～2μm

【0020】

（実験結果）

リード押さえ面22a、第2の載置面20bのRzがともに1.5μmの場合、第2のボンディング中に、ボンディング中のリードが振動し、この振動が他のワイヤボンディング済みのリードに伝達し、ワイヤ断線が生じる場合があった。リード押さえ面22aのRzが10μm、第2の載置面20bのRzが1.5μmの場合、振動の伝達の度合いは低下したが、振動を完全に抑えることはできなかった。リード押さえ面22aのRzが30μm、第2の載置面20bのRzが1.5μmの場合、振動の伝達を実質的に抑えることができ、ワイヤ断線の発生率を大幅に低下させることができた。

【0021】

このように、リード押さえ面22aの十点表面粗さRzを10μm以上、好ましくは30μm以上に設定することで、第2のボンディングでのリードの振動を抑制・防止（言い換えれば、超音波エネルギーを効率的に接合エネルギーに変換）することができる。但し、リード押さえ面22aのRzは、50μmより大きくなると、リード押さえ面22aの凹凸が大きくなりリード押さえ面積が十分確保できなくなるため、50μm以下が好ましい。なお、リード本数、幅に応じて必要なRzは変化する。例えば、リード本数が少なければ、リード押さえ部材22のヒータプレート4への押圧力が同じであっても、リード1本当たりの押圧力は大きくなるので、Rzは30μmより小さくても、第2のボンディングでのリードの振動を十分抑制・防止できる。

【0022】

ヒータプレート4の第2の載置面20bの表面粗さは、ヒータプレート4からリードフレーム3への熱伝達率を大きくする点で、できるだけ小さく、十点平均

粗さ R_z で $1.5 \mu m$ 以下が好ましい。但し、第 2 の載置面 20b の R_z は、 $0.5 \mu m$ より大きくなると、リードが第 2 の載置面 20b 上で滑り易くなるために、 $0.5 \mu m$ 以上が好ましい。

【0023】

なお、リード押さえ部材 22 とリード 18 との最大静止摩擦力を上げるためには、リード押さえ部材 22 に対する加圧力を大きくすることも考えられるが、加圧力を大きくすると、フレーム押さえ部材 22 が撓み変形し、リードの押さえが十分でなくなる（すなわち、各リードを均一に押さえることができなくなる。）可能性がある。また、リード押さえ部材 22 の剛性を上げるため、リード押さえ部材 22 の厚みを大きくすることも考えられるが、リード押さえ部材 22 上方に進出するホーン 8 との干渉を避けるために、上記厚みは通常 $2 \sim 4 mm$ 程度が限度である。

【0024】

本実施形態では、キャピラリを用いたボールボンディングで超音波接合を行ったが（言い換えれば、本実施形態では、超音波エネルギーを印加することで電極 14a とワイヤ 10 およびワイヤ 11 とリード 18 を接合するボンディングツールは、少なくともヘッド 6、ホーン 8 およびキャピラリ 10 を備えたものである。）代わりに、ウェッジツールを用いてウェッジボンディングを行ってもよい。

【0025】

実施の形態 2.

図 5 は、本発明に係る超音波接合装置の実施の形態 2 を示す。以下の説明では、実施の形態 1 と同一の構成部材は、同一の符号で表す。本実施形態では、超音波接合装置であるワイヤボンディング装置は、AE (acoustic emission) センサ 30 を備えている。この AE センサ 30 は、あるリード 18 に対する第 2 のボンディング時に、超音波振動が他のワイヤボンディング済みのリードに伝達して振動（共振）する場合に、この振動を検出することができるようになっている。ワイヤボンディング装置は、AE センサ 30 からの検出信号に基づいてワイヤボンディング済みのリードの共振をモニタし、共振が発生すると振動異常が発生したとしてボンディング動作を停止する。

【 0 0 2 6 】

本実施形態では、振動異常が発生したときにそれを即座に検出して、ボンディング動作を停止するので、ワイヤの断線を防止できる。

【 0 0 2 7 】

実施の形態 3.

図 6 は、図 1 に示す超音波接合装置 2 において、リード押さえ部材 2 2 の押さえ面 2 2 a やヒータプレート 4 の第 2 の載置面 2 0 b といった加工面の磨耗の度合いを検出する機構をさらに備えたものである。この検出機構はレーザセンサ 6 0 を備え、レーザセンサ 6 0 は、加工面 6 2 に対し略直交する方向にレーザ 6 4 を出射する出射部（図示せず）と、受光部（図示せず）とを有する。図 6（a）に示すように、加工面 6 2 が所定の表面粗さを有していれば、加工面 6 2 に入射したレーザ 6 4 は、拡散反射するが、図 6（b）に示すように、加工面 6 2 が磨耗により平滑に近づくと、受光部で受光される反射光の強度が増加するため、センサ 6 0 からの検出信号に基づいて、磨耗の度合いを検出することができる。磨耗の度合いが大きくなれば、リード押さえ部材 2 2 および／またはヒータプレート 4 を新たな部品と交換したり、押さえ面 2 2 a および／または載置面 2 0 b に対し所定の表面粗さとなるように研磨を施す。

【 0 0 2 8 】

本実施形態によれば、加工面の磨耗の度合いをモニタすることで、所定の表面粗さを有さない加工面を使用するために発生する接合不良を抑制できる。

【 0 0 2 9 】

レーザセンサ 6 0 の代わりに、出射部の光源として発光ダイオードを用いた光電センサを用い、反射光の強度の変化に基づいて加工面の磨耗の度合いを検出してもよい。

【 0 0 3 0 】

【発明の効果】

本発明に係る超音波接合装置および方法によれば、ヒータプレートからリードフレームへの熱伝導性を確保しつつ、リード押さえ部材によるリード押さえ効果を向上させてワイヤの断線を防止し、したがって高信頼性の超音波接合を行うこ

とができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に係る超音波接合装置の実施の形態 1 を示す斜視図。

【図 2】 図 1 の I I - I I 線に沿った断面図。

【図 3】 (a) リード押さえ部材とリードの接触領域を示す断面図。(b) リード押さえ部材の押さえ面の形状を示す拡大断面図。(c) リード押さえ部材の別の押さえ面の形状を示す拡大断面図。

【図 4】 超音波接合装置の実施の形態 1 によるワイヤボンディング動作の各工程を示す断面図。

【図 5】 本発明に係る超音波接合装置の実施の形態 2 を示す部分拡大斜視図。

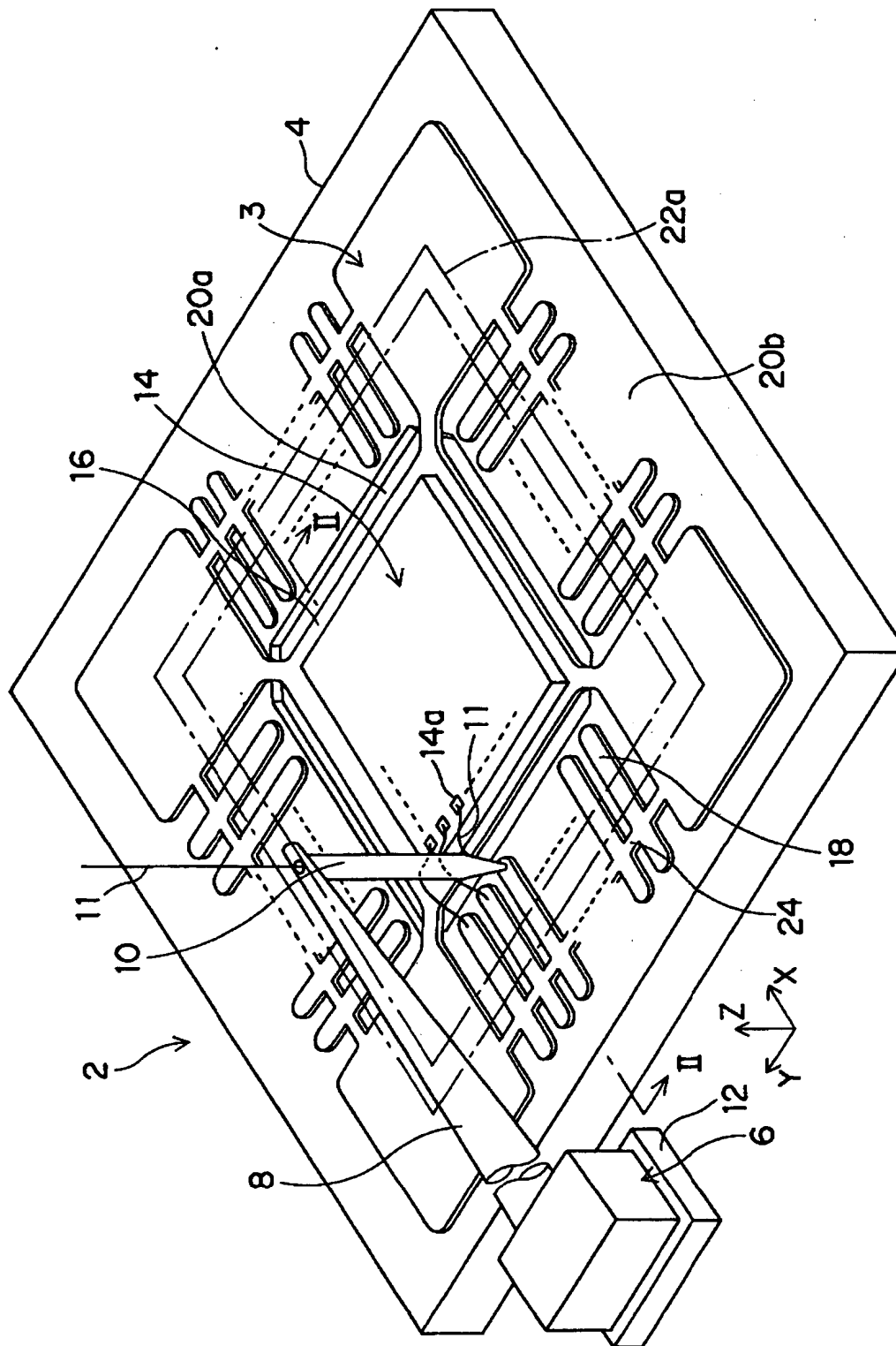
【図 6】 本発明に係る超音波接合装置の実施の形態 3 において、(a) 所定の表面粗さを有する加工面を示す図、(b) 磨耗して所定の表面粗さを有さなくなった加工面を示す図。

【符号の説明】

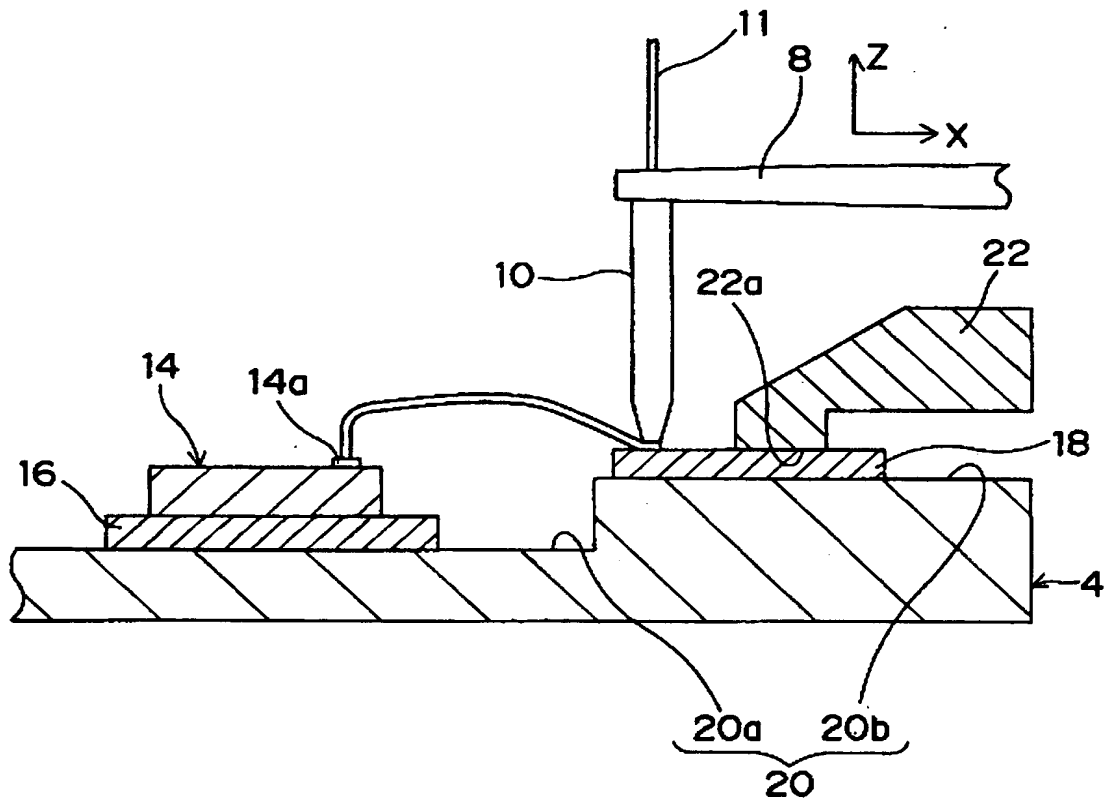
2 : 超音波接合装置、3 : リードフレーム、4 : ヒータプレート、8 : ホーン、10 : キャピラリ、11 : ワイヤ、14 : 半導体チップ、14a : 電極、18 : リード、20a, 20b : リード載置面、22 : リード押さえ部材、22a : リード押さえ面。

【書類名】 図面

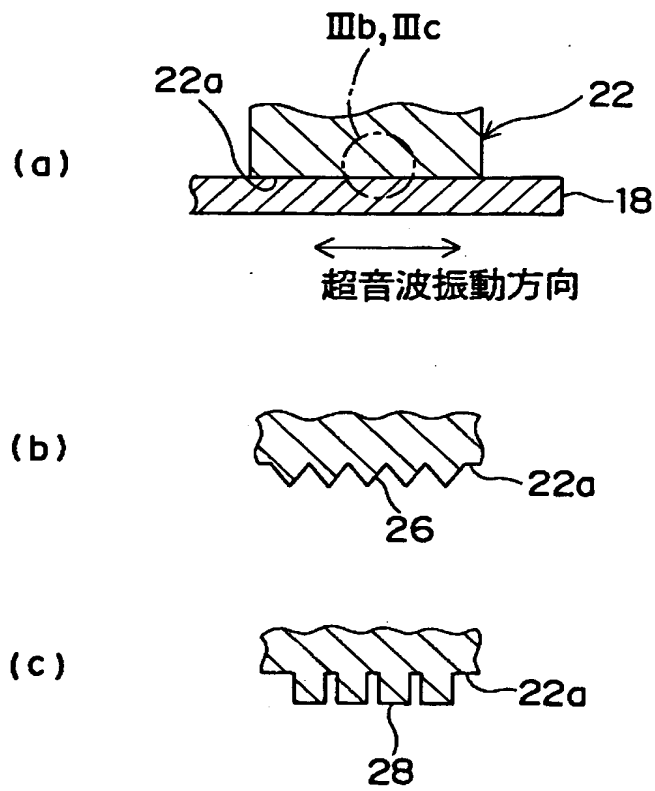
【図 1】



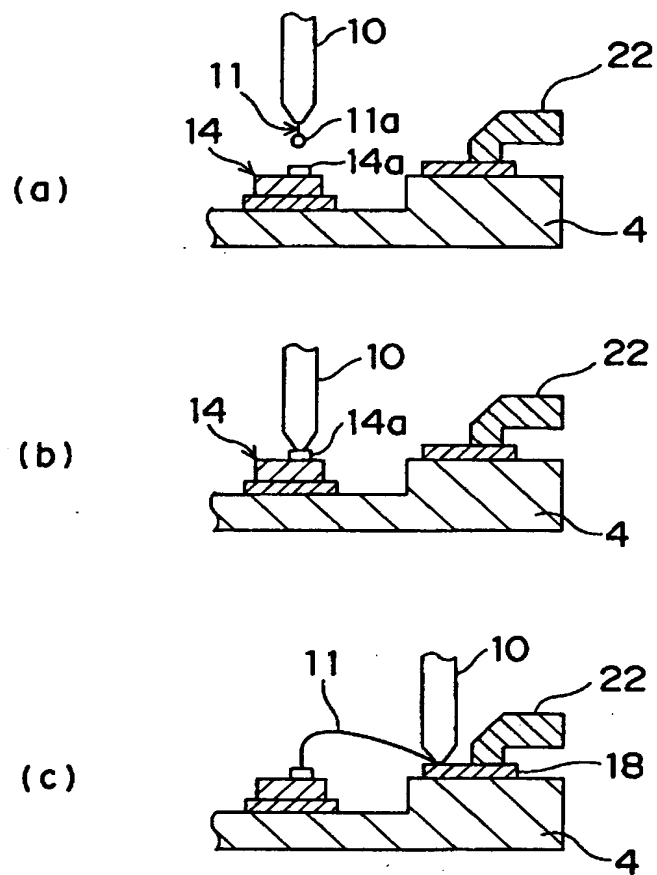
【図 2】



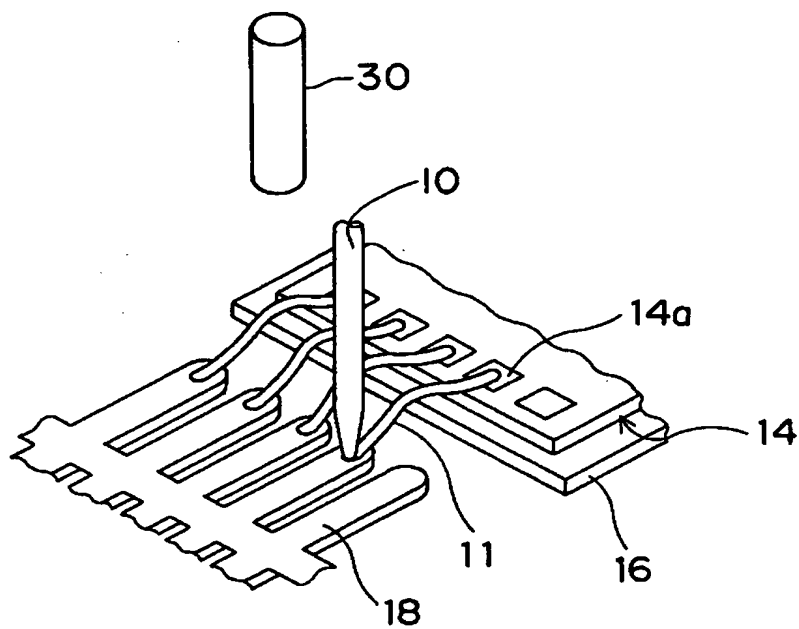
【図 3】



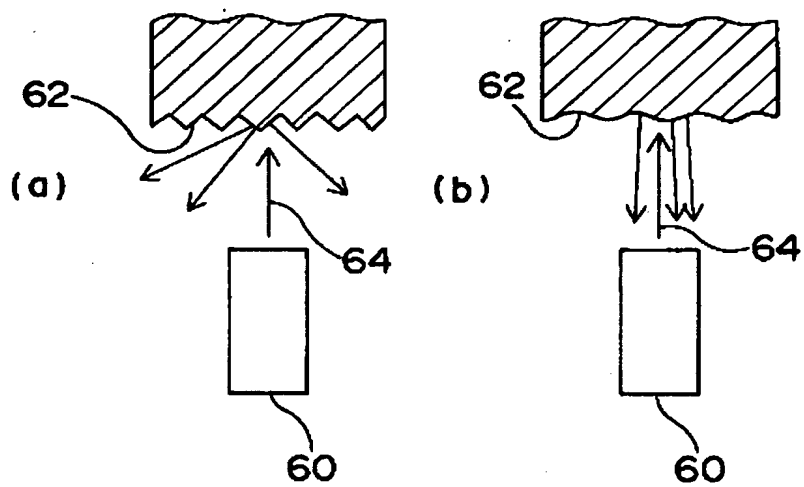
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ヒータプレートからリードフレームへの熱伝導性を確保しつつ、リード押さえ部材によるリード押さえ効果を向上させた超音波接合を行う装置を提供する。

【解決手段】 超音波接合装置は、複数のリード18を有するリードフレームを載置するためのヒータプレート4と、リード18をヒータプレート4に対し押圧するための押さえ部材22と、リードフレーム上にマウントされた半導体チップ14の電極14aにワイヤ11を接触させた状態で該接触位置に超音波エネルギーを印加し、これにより上記電極14aとワイヤ11を接合するとともに、リード18にワイヤ11を接触させた状態で該接触位置に超音波エネルギーを印加し、これによりリード18とワイヤ11を接合するためのボンディングツール8, 10とを備える。押さえ部材22のリード押さえ面22aの表面粗さは、ヒータプレート4のリード載置面20bの表面粗さより大きく設定されている。

【選択図】 図2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 4 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号
氏 名	三菱電機株式会社